

Trabalho de Conclusão de Curso

Propriedades Ópticas das Zircônias Odontológicas

Maria Clara da Silveira Lisboa



**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Odontologia**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
CENTRO DE CIÊNCIAS E SAÚDE**

Maria Clara da Silveira Lisboa

**PROPRIEDADES ÓPTICAS DAS ZIRCÔNIAS
ODONTOLÓGICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Odontologia da Universidade Federal
de Santa Catarina como requisito para
a conclusão do Curso de Graduação
em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Diego Klee de
Vasconcellos

Florianópolis

2017

Maria Clara da Silveira Lisboa

PROPRIEDADES ÓPTICAS DAS ZIRCÔNIAS ODONTOLÓGICAS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Cirurgião-Dentista e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, outubro de 2017.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Diego Klee de Vasconcellos
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Luís Leonildo Boff
Universidade Federal de Santa Catarina

Doutorando Edwin Ruales Carrera
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico esse trabalho à minha mãe Rozana, que é minha melhor amiga e meu maior exemplo de pessoa e profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus**, pela vida maravilhosa, pela minha saúde e por todas as oportunidades concedidas. Em especial, pela família que ele me presenteou, a qual apoia os meus estudos e que deu todo o suporte para que eu chegasse até aqui.

À minha mãe **Rozana Silveira** e ao meu padrasto **Jofre Correia**. Eles são minha base, meu exemplo e meu orgulho. Nunca mediram esforços para que eu tivesse uma educação de qualidade e uma vida confortável. Além disso, sempre me espelhei nos dois por serem profissionais baseados na ética, na dedicação e no caráter. Agradeço a minha mãe por todo o amor incondicional, amparo durante vida e me ensinar a nunca desistir dos meus sonhos. Ao meu padrasto por toda a paciência e amor a nós duas.

Aos meus anjos, pai e vó, que me ensinaram a ser uma pessoa mais forte. Ao meu pai **Nelson** (in memoriam) por me ensinar que a vida deve ser aproveitada e que devemos amar os outros como se não houvesse amanhã. A minha vó **Gelci** (in memoriam), minha segunda

mãe, que me ensinou o que é família, bondade e amor ao próximo.

Vocês estarão pra sempre no meu coração e na minha memória.

À minha madrinha **Patrícia Battisti**, por ser tia, prima, amiga e irmã ao mesmo tempo, que traz maior sentido a palavra família. Sei que posso sempre contar contigo.

A **Carol Rafael**, professora e pessoa maravilhosa, que teve toda a paciência do mundo comigo nos períodos mais difíceis do trabalho. Foi um exemplo de educadora, que ajudou em muitos aspectos e não só na estruturação e correção. Obrigada de coração!

Agradeço também ao professor **Diego Klee Vasconcellos**, que aceitou ser meu orientador e me guiou quando o trabalho precisou de ajuda.

Igualmente agradeço a professora **Cláudia Ângela Maziero Volpato**, que me apresentou o meio científico, me instruiu com excelência sobre a cerâmica de zircônia e que mesmo de longe, ajudou quando eu mais precisei.

A **Carol Morsch**, por aceitar me orientar na Iniciação Científica em Implantodontia, ser um exemplo de professora e dentista, que me ensina cada vez mais.

Ao **Edwin Ruales**, que me orientou no Estágio em Implantodontia e ajudou a despertar o gosto por essa área. A sua dedicação e o seu amor pela profissão contagiam, você vai longe!

Aos professores do CEPID, **Ricardo Magini**, **César Benfatti** e **Marco Bianchini**, por todo o conhecimento transmitido nas aulas de Implantodontia e pela oportunidade de Estágio e Iniciação Científica na área, que mudou a minha visão e aumentou o meu amor pela Odontologia.

Ao **Christopher Ranier Santiago**, minha dupla de clínica durante a graduação e meu amigo. Por agregar muito conhecimento, além de alegria, nos meus dias clínicos. Pela paciência e por ter crescido comigo nesta caminhada.

Às minhas amigas e colegas de turma **Dioana Dresseno** e **Juliana Müller**, que são presentes que ganhei ao entrar em um grupo de

estudos de Patologia Bucal e desde então nossa amizade vem só crescendo. Minhas confidências da vida e dos momentos na faculdade.

Aos meus amigos, **Carol Del Prato** e **Augusto Ferrari**, que fiz na faculdade e que tornaram essa caminhada mais leve e feliz. A **Carol**, pelo ombro amigo nos momentos difíceis e a parceria nos momentos felizes. Ao **Augusto**, meu amigo há pouco tempo, mas a pessoa que mais me escutou e me ajudou nas etapas mais conturbadas desse trabalho. Obrigada pela paciência.

A todos os meus **colegas**, **professores** e **servidores** da Odontologia da UFSC, que estiveram comigo nesses cinco anos e fizeram com que eu chegasse até aqui, muito obrigado.

E por fim, à **Universidade Federal de Santa Catarina**, por ser segunda minha casa e minha base estudantil, proporcionando muito conhecimento científico e de vida que irei levar para sempre.

“É preciso força para sonhar e perceber que a
estrada vai além do que se vê”.

(Los Hermanos)

RESUMO

Próteses cerâmicas são amplamente utilizadas na Odontologia Estética, devido à maior facilidade de mimetização aos dentes naturais, em comparação com as metalocerâmicas. Dentre os materiais cerâmicos, a zircônia policristalina tetragonal estabilizada por ítria se destaca, por apresentar biocompatibilidade, elevadas propriedades mecânicas e boa estabilidade química. Entretanto, a zircônia na forma convencional apresenta limitações estéticas e mecânicas. O objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre as principais propriedades ópticas das zircônias empregadas na Odontologia, assim como as alternativas existentes para controlar tais limitações. Esteticamente a zircônia apresenta uma alta opacidade e coloração branca, necessitando ser revestida por cerâmica feldspática, para aumentar a translucidez, e pigmentada para obter coloração mais similar a um dente natural. Duas abordagens são mais frequentemente utilizadas para a pigmentação: mistura de óxidos metálicos ao pó da zircônia, ou a imersão dessas peças em soluções de cloreto de elementos de terras raras. Além disso, uma alternativa disponível atualmente no mercado é a utilização de zircônias translúcidas, que apresentam uma mudança na sua estrutura cristalina, com a adição de fase cúbica e o controle do tamanho das partículas, tornando possível a obtenção de próteses monolíticas, confeccionadas totalmente em zircônia, sem a presença de uma cobertura com porcelana feldspática. Mesmo na forma monolítica, as zircônias falham ao tentar mimetizar a naturalidade dental pela ausência de fluorescência. Alguns métodos estão descritos para incorporar fluorescência à zircônia com o propósito de simular a luminescência dos dentes naturais, além de fornecer iluminação natural e transmissão de luz. Mecanicamente, a zircônia sofre envelhecimento, o que pode alterar as propriedades ópticas e mecânicas do material. Além disso, outros fatores podem interferir na cor final das infraestruturas de zircônia, como a cor do cimento utilizado para a cimentação, o número de sinterizações da cerâmica e até a marca comercial da porcelana utilizada como cobertura. Embora seja um material promissor e utilizado em diversas situações clínicas, as propriedades da zircônia devem ser compreendidas para que ela seja indicada em sua correta composição para diferentes casos e para que suas limitações sejam controladas, alcançando o máximo que o material pode oferecer.

Palavras-chaves: Cor; Cerâmica; Prótese Dentária.

ABSTRACT

Ceramic prostheses are widely used in Aesthetic Dentistry, due to the greater ease of mimicry to natural teeth compared to metaloceramics. Among the ceramic materials, zirconia tetragonal polycrystalline yttria stabilized stands out due to its biocompatibility, high mechanical properties and good chemical stability. However, conventional zirconia has aesthetic and mechanical limitations. The objective of the present work was to perform a literature review on the main optical properties of the zirconia used in dentistry, as well as the existing alternatives to control such limitations. Aesthetically the zirconia presents a high opacity and white coloration, needing to be covered by feldspathic ceramic to increase the translucency, and pigmented to obtain coloration more similar to a natural tooth. Two approaches are most often used for pigmentation: mixing of metal oxides to the zirconia powder, or immersion of these pieces into chloride solutions of rare earth elements. An alternative currently available in the market is the use of translucent zirconia, which present a change in its crystalline structure, with the addition of cubic phase and particle size control, making it possible to obtain monolithic prostheses, totally made in zirconia, without the presence of a cover with feldspathic porcelain. Even in the monolithic form, zirconia fails to mimic dental naturalness by the absence of fluorescence. Some methods are described to incorporate fluorescence into zirconia for the purpose of simulating the luminescence of natural teeth, as well as providing natural light and light transmission. Mechanically, zirconia undergoes aging, which can alter the optical and mechanical properties of the material. In addition, other factors may interfere with the final color of zirconia infrastructures, such as the color of cement used for cementation, the number of sintering of ceramics and even the porcelain trade mark used as a cover. Although it is a promising material and used in several clinical situations, the properties of zirconia must be understood to be indicated in its correct composition for different cases and to control their limitations, reaching the maximum that the material can offer.

Keywords: Color, Ceramics, Dental Prosthesis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Coroa de zircônia na região do dente 12.....	30
Figura 2 – Infraestrutura convencional de zircônia (Zr), dente natural e infraestrutura de zircônia fluorescente (Zr + Fl) sob a luz ultravioleta (UV).....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Y-TZP – Zircônia Policristalina Tetragonal Estabilizada por Ítria

u – Unidade de massa atômica

°C – Graus Celsius

UV – Ultravioleta

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	19
2. OBJETIVOS.....	25
2.1. Objetivo Geral.....	25
2.2. Objetivos Específicos.....	25
3. METODOLOGIA.....	27
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	29
4.1. O uso da zircônia na Odontologia.....	29
4.2. Propriedades ópticas da zircônia.....	33
4.3. Zircônia translúcida.....	43
4.4. Variáveis envolvidas.....	48
4.5. Envelhecimento da zircônia e sua relação com as alterações cromáticas.....	50
5. DISCUSSÃO.....	55
6. CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS.....	63
ANEXOS.....	73

INTRODUÇÃO

A busca pela estética está cada vez mais em evidência na Odontologia, principalmente porque os pacientes estão mais exigentes em relação a esse quesito. Como cada caso clínico apresenta características individuais e desafios diferentes, cabe ao profissional selecionar a melhor estratégia para buscar a excelência estética, por meio da reprodução adequada das características de cor, forma e textura e priorizando a funcionalidade de cada tratamento (VOLPATO et al., 2012).

As restaurações metalocerâmicas foram consideradas por muito tempo como “padrão-ouro” devido à resistência mecânica do sistema, entretanto, existe uma limitação estética em função da presença da infraestrutura metálica (WATAHA, 2002). O uso do metal pode resultar em uma prótese com um aspecto mais opaco, pois funciona como uma barreira para a transmissão da luz, diminuindo a naturalidade da prótese e, conseqüentemente, sua qualidade estética final (GUAZZATO et al., 2004; SADOWSKY, 2006). Diferentes sistemas cerâmicos têm sido estudados e aperfeiçoados, buscando alcançar resultados restauradores

de excelência ao substituir os metais. Além de apresentarem boas propriedades estéticas e mecânicas, as cerâmicas odontológicas são ótimos materiais para a substituição dos metais, porque exibem propriedades biológicas, físicas e químicas favoráveis quando em contato com o corpo humano (PICONI, 1999; CHEVALIER, 2006).

A zircônia policristalina tetragonal estabilizada por ítria (Y-TZP) é um desses materiais, que associa biocompatibilidade, elevadas propriedades mecânicas e boa estabilidade química (ICHIKAWA, 1992; DENRY, 2008). A forma parcialmente estabilizada foi considerada adequada para uso odontológico desde o final da década de 1990, principalmente por apresentar uma excelente resistência mecânica e à fratura. Tais propriedades são resultado de um mecanismo de tenacificação por transformação de fases (t-m). Apesar de a zircônia ser utilizada há menos tempo na Odontologia, o seu emprego tem apresentado resultados promissores na confecção de infraestruturas protéticas para coroas unitárias, próteses fixas e pilares para implantes (ARDLIN, 2002; VAGKOPOULOU et al., 2009).

As zircônias convencionais têm demonstrado desempenho estético superior ao das ligas metálicas e uma elevada resistência mecânica em comparação às outras cerâmicas odontológicas. A zircônia apresenta uma opacidade maior à das outras cerâmicas, devido ao seu alto índice de refração (HEFFERNAN et al., 2002 parte I e II; DENRY, 2008), fazendo com que ela necessite ser recoberta com cerâmicas mais translúcidas, como as porcelanas feldspáticas, para que a prótese fique com um aspecto mais natural. Essas próteses são conhecidas como bilaminares (HEFFERNAN et al., 2002 parte I e II), e apresentam várias limitações, tais como um processo laboratorial mais longo, maiores custos laboratoriais, além da possibilidade de fratura e “lasqueamento” do material de recobrimento (ZHANG et al., 2013).

Apesar de ser um material branco e apresentar alta opacidade, a zircônia continua sendo considerado um material estético (VAGKOPOULOU et al., 2009). Portanto, buscando melhorar as características ópticas das zircônias convencionais, a coloração das infraestruturas tem sido indicada. Duas abordagens principais podem ser

empregadas para a coloração de peças de zircônia. Uma técnica trata-se na mistura de óxidos metálicos ao pó da zircônia (CALES, 1998) e, a outra emprega a imersão ou pintura das peças de zircônia com soluções de cloreto contendo elementos de terras raras para produzir diferentes cores. Nessas abordagens, as peças de zircônia podem obter diferentes cores, porém continuam opacas (KULKARNI et al., 2001; SUTTOR et al., 2004).

Uma recente possibilidade inclui o uso de zircônias translúcidas para a confecção de próteses monolíticas. Diferente das próteses bilaminares, as próteses monolíticas são confeccionadas sem a presença da cerâmica de cobertura. Para alcançar a translucidez adequada, a zircônia translúcida sofre mudanças importantes na sua microestrutura: partículas menores, maior densidade e introdução da fase cúbica na sua composição. Essas alterações possibilitam que a zircônia apresente características visuais superiores e mais próximas aos dentes naturais (ZHANG et al., 2014). Em contrapartida, estudos sugerem que essa alteração na composição pode tornar a zircônia translúcida muito

sensível em relação às técnicas de processamento laboratorial, afetando sua resistência mecânica. Por esse motivo, para a utilização da zircônia contendo a fase cúbica na sua composição, protocolos altamente controlados devem ser seguidos para a obtenção das propriedades mecânicas e estéticas requeridas (MCLAREN et al., 2017).

Uma propriedade que limita as propriedades ópticas da zircônia, mesmo na sua forma translúcida, é a ausência de fluorescência. Ou seja, as próteses de zircônia não conseguem absorver energia e emití-la na forma de comprimento de onda mais longo, então não geram luz visível e não permitem a luminescência que um dente natural deve ter (DIETSCHI, 2001; VANINI, 1996; VILLARROEL et al., 2004). Entretanto, foram desenvolvidos métodos para a coloração dessas peças de zircônia com um líquido de cor fluorescente (Color Liquid Fluorescente for Prettau, FMAA5803, Zirkonzahn), que é capaz não só de simular a naturalidade dental, como também fornecer iluminação natural e transmissão de luz, eliminando o efeito de sombreamento das zircônias tradicionais (GAMBONERA e BLATZ, 2011).

Ainda existem muitos questionamentos a respeito dos fatores que podem influenciar as propriedades ópticas da zircônia. Esse trabalho busca fazer uma revisão de literatura sobre cerâmicas à base de zircônia e suas características ópticas, por meio do embasamento científico de artigos e trabalhos atuais na área da prótese dentária, da estética odontológica e da engenharia de materiais.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Analisar na literatura científica a respeito das cerâmicas à base de zircônia e suas propriedades ópticas por meio da leitura e discussão de artigos científicos.

2.2. Objetivos Específicos

- Constatar e descrever as principais características ópticas (cor, opacidade, translucidez e fluorescência) da zircônia odontológica.
- Verificar os métodos utilizados para melhorar a cor da zircônia odontológica.
- Investigar os fatores que influenciam as propriedades ópticas da zircônia.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada foi a de pesquisa bibliográfica, através de buscas da literatura já publicada sobre o tema. Artigos e publicações em jornais ou revistas, preferencialmente datados a partir do ano 2000 e de boa qualidade serão priorizados, entretanto os textos considerados clássicos sobre o tema não serão desprezados.

Inicialmente se realizou uma pesquisa das obras e autores por meio de um levantamento bibliográfico. A localização e seleção foram feitas por meio da internet, buscando nas principais bases de dados da área médica, odontológica e de engenharia de materiais e utilizando as palavras-chave: cor; cerâmicas; zircônia; prótese dentária. Para isso, utilizou-se o cadastro disponibilizado pela Universidade com a base de dados da CAPES, que possibilita a coleta de publicações restritas de bases como a PubMed, Scielo, e Elsevier Science. Além disso, adotou-se o sistema de avaliação de periódicos Qualis CAPES para analisar a qualidade desses artigos através do conceito de seus jornais e revistas.

Após a seleção desse material, realizou-se uma leitura e análise para posterior fichamento dos artigos, separando-os em grau de

importância para a pesquisa e resumindo suas principais ideias. Este passo facilitou a etapa de composição da revisão de literatura, por meio da transcrição e observação de dados essenciais obtidos dos artigos, os quais foram fundamentais para o embasamento teórico desse trabalho.

4. REVISÃO DA LITERATURA

4.1 O uso da zircônia na Odontologia

Na Odontologia, a utilização de restaurações metalocerâmicas é bastante difundida em virtude da boa resistência mecânica. No entanto, limitações estéticas decorrentes da presença da infraestrutura metálica impulsionaram o desenvolvimento de sistemas restauradores livres de metais (WATAHA, 2002). Com a associação de tecnologias CAD/CAM, os materiais cerâmicos vêm sendo estudados com o intuito de solucionar esses desafios estéticos (OZCAN & VOLPATO, 2015). São materiais que, além das propriedades mecânicas favoráveis, apresentam durabilidade ao longo do tempo (PIASCKI et al., 2009) e versatilidade nas aplicações clínicas, que se estendem de próteses fixas, pinos intracanaís, brackets ortodônticos, implantes dentários e pilares protéticos (Figura 1) (OZCAN & VOLPATO, 2015). Entre esses materiais, a zircônia gerou um grande interesse na comunidade odontológica em função das suas boas propriedades ópticas associadas as suas excelentes propriedades mecânicas (ALANIZ et al., 2009).



Figura 1 – Coroa de Zircônia na região do dente 12.

FONTE: Adaptado de VAGKOPOULOU et al., 2009, parte 2.

O zircônio (Zr) é um elemento metálico de transição, número atômico 40, massa atômica 91,224 u, brilhante e muito resistente à corrosão. Esse elemento não é encontrado em sua forma pura, mas associado a óxidos de silicato ($\text{ZrO}_2\text{-SiO}_2$, ZrSiO_4), presentes em minerais como a zirconita ou zircão, ou como óxido livre (ZrO_2), na baddeleyita (Figura 2) (VAGKOPOULOU et al., 2009, Parte 1). Na natureza, o zircônio encontra-se nessa última forma, como dióxido de

zircônio (ZrO_2), um óxido cristalino branco, que apresenta propriedades mecânicas muito semelhantes às dos metais e na forma amorfa como um pó azul-escuro (PARK, 2002; VAGKOPOULOU et al., 2009, Parte 1).

O dióxido de zircônio ou zircônia exibe um fenômeno característico conhecido como alotropia (CURTIS et al., 2006), apresentando três diferentes formas cristalográficas. A fase cúbica é observada na forma de um prisma reto com lados quadrados, estável acima de 2.370°C e com propriedades mecânicas moderadas. A tetragonal é a forma de um prisma reto com lados retangulares, estável entre 1.170°C e 2.370°C e permite a obtenção de uma cerâmica com propriedades mecânicas superiores. Já a fase monoclinica é visualizada na forma de um prisma deformado com lados paralelepípedos, estável em temperatura ambiente e até 1.170°C . Essa fase apresenta uma redução no desempenho mecânico, além de contribuir para uma redução da coesão das partículas cerâmicas e, portanto, na densidade (PICONI, 1999; VAGKOPOULOU et al., 2009, Parte 1).

Pelas características mecânicas superiores, a fase tetragonal metaestável é a mais utilizada na Odontologia. Entretanto, na temperatura ambiente, ela necessita ser estabilizada com a adição de um agente estabilizador, como o óxido de ítrio (Y_2O_3) (PICONI, 1999). A ítria tem a capacidade de reduzir a temperatura de sinterização, gerando grãos menores e mais finos, tornando o material mais tenaz e com uma elevada resistência mecânica (DENRY, 2008; VAGKOPOULOU et al., 2009, Parte 1). Mesmo com a estabilização à temperatura ambiente, a zircônia pode sofrer um mecanismo de “tenacificação por transformação” (DENRY, 2008; PICONI, 1999; STEVENS, 1986). Esse mecanismo ocorre em função da presença de tensão, que leva ao desenvolvimento de uma trinca no material. Isso faz com que ocorra a transformação da zircônia na fase tetragonal para a fase monoclinica, havendo expansão, comprimindo a trinca e se opondo à sua propagação. A energia associada à propagação da trinca é dissipada nessa transformação de fase t-m e na extrapolação das forças compressivas geradas pela expansão volumétrica (GARVIE et al., 1975). A alteração

dimensional que ocorre no local impede a propagação da trinca (GUAZZATO et al., 2004). Essa característica é a principal responsável pelas propriedades mecânicas superiores da zircônia e, principalmente, a sua elevada resistência (DENRY, 2008; PICONI, 1999; STEVENS, 1986).

A zircônia muitas vezes é reforçada com 0,25% de alumina, contribuindo para a estabilidade química, minimizando o potencial de degradação de umidade e baixa temperatura que pode ocorrer no ambiente oral (TONG et al., 2016; MATSUI et al., 2006). Porém, o seu emprego aumenta uma das propriedades ópticas mais características da zircônia, a opacidade do material (VAGKOPOULOU et al., 2009, Parte 2).

4.2 Propriedades ópticas da zircônia

A zircônia difere das ligas metálicas dentárias do ponto de vista estético (VICHÍ et al., 2010) em função do seu alto índice de refração, baixo coeficiente de absorção e elevada opacidade. Essas características aumentam a naturalidade dental em relação aos metais e

consequentemente a qualidade estética. Entretanto, existem limitações na busca pela excelência das propriedades ópticas da zircônia (BOULOUZ et al., 1998).

Normalmente, utilizada como um bom opacificador, a zircônia é um material branco devido à sua grande opacidade quanto à luz visível. As partículas dispersas, ligeiramente maiores no tamanho em relação ao comprimento de onda da luz, e o seu alto índice de refração são os fatores responsáveis pelo efeito de opacificação máxima do óxido de zircônio. Essa característica pode ser muito útil em algumas situações clínicas, pois a opacidade viabiliza um bom mascaramento de substratos não favoráveis do ponto de vista óptico, tais como dentes escurecidos ou pinos e núclos metálicos (HEFFERNAN et al., 2002 parte I e II).

A cor da zircônia convencional varia do branco opaco ao marfim e sua indicação varia entre os casos (LEE et al., 2000). Portanto, a zircônia convencional não deve ser utilizada como material restaurador único. Na obtenção de uma estética superior, infraestruturas de zircônia devem ser recobertas com cerâmicas mais translúcidas, como as

porcelanas feldspáticas, que permitem uma maior naturalidade e translucidez das próteses finais. Dessa forma, acredita-se que empregar uma infraestrutura de zircônia para coroas cerâmicas conduz a melhores resultados estéticos do que empregar uma coroa metalo-cerâmica, pois a presença de um fundo branco ou colorido, associado a uma cerâmica translúcida, permite uma aparência mais natural, semelhante à dentina humana (CALES, 1998).

A confecção dessas infraestruturas de zircônia se dá através de técnicas de conformação industrial (compactação isostática) de blocos pré-sinterizados que impactam no grau de homogeneidade e densidade final do material (DENRY, 2008). Esses blocos são submetidos a sistemas de usinagem CAD/CAM que confeccionam infraestruturas com uma fina espessura (0,5mm), criando espaço para a aplicação da cerâmica de cobertura, o que ajuda a manter a possibilidade de mascaramento do substrato pela opacidade controlada da zircônia (CHO et al., 2009; MIYAZAKI et al., 2009).

Nas primeiras zircônias introduzidas na Odontologia (ZTA – matriz de alumina reforçada/tenacificada por zircônia) a opacidade final da peça protética mostrava-se similar ou superior à opacidade das coroas metalocerâmicas (HEFFERNAN et al., 2002 parte I e II). Isso se deve a presença de grande quantidade de alumina. A alumina adicionada por alguns fabricantes é para melhorar a estabilização da zircônia e elevar ainda mais a sua opacidade. Ela tem um índice de refração diferente da zircônia, fazendo com que a luz que passa através da zircônia seja dispersa ou absorvida, tornando-a relativamente opaca mesmo com uma espessura fina (cerca de 1mm) (ZHANG, 2014; ZHANG et al., 2012). Para mudar esse fato, pesquisas focadas na microestrutura e processamento da zircônia foram realizadas (LAMAS et al., 1998; YANG et al., 2009), com modificação no tamanho e distribuição dos grãos, métodos de obtenção de blocos para usinagem, diferentes aditivos, incorporação de estabilizadores e pigmentos. Essas mudanças influenciam diretamente na porosidade do material e, portanto, no seu

comportamento óptico e mecânico (YANG et al., 2009; CHO et al., 2009).

A fim de obter melhores resultados estéticos, atualmente, também se têm a possibilidade de obter zircônias coloridas. A coloração pode ser alcançada pelo uso de diferentes agentes corantes que melhoram a estética final da zircônia branca. Existem dois métodos, onde o primeiro consiste na mistura de óxidos metálicos com o pó da zircônia antes da sinterização e, o segundo, na imersão em soluções de cloreto com elementos de terras raras para obter cores variadas. Quanto a esta técnica de coloração, estudos demonstram que a concentração do cloreto influencia na cor final, porém, o tempo de imersão não influencia no grau de pigmentação (SHAH et al., 2008). Muitas vezes, para obter-se a cor desejada, as zircônias coloridas precisam passar por estratificações corretivas por meio do recobrimento com porcelana feldspática ou vítrea (ABOUSHLIB et al., 2010) e, portanto, elas podem ser personalizadas posteriormente quanto à forma e estética (HERRGUTH, 2005). Colorações similares à dentina auxiliam no processo de recobrimento e

não têm apresentado resultados negativos em relação à resistência à flexão da zircônia (BEHRENS et al., 2004). A personalização de infraestruturas monocromáticas de zircônia contribui para melhores resultados estéticos, entretanto, não existem dados relativos ao acompanhamento da estabilidade de cor dessas estruturas em longo prazo (HERRGUTH, 2005; REICH, 2002).

Sua relativa translucidez é outra propriedade que difere a zircônia de outros materiais restauradores (VICHI et al., 2010). Essa característica é considerada um dos principais fatores responsáveis pela aparência natural dos dentes humanos (BRODBELT et al., 1980; WATTS et al., 1994; BOSCH, 1995). A translucidez pode ser definida como a propriedade do material pela qual, a maior parte da luz transmitida sofre o espalhamento (HUNTER, 1987). A quantidade de luz que é absorvida, refletida e transmitida depende do cristal contido na matriz cristalina, da sua natureza química e do tamanho das partículas (BRODBELT et al., 1980). O tamanho do grão, a distribuição de vários tamanhos de grãos, o método e as condições de processamento e os

diferentes aditivos utilizados podem afetar a translucidez de uma restauração. Diferentes graus de pureza de zircônia apresentam diferentes níveis de translucidez, pois quanto maior o grau, mais translúcido é o material (EDELHOFF, 2002). Além disso, a espessura e a translucidez são medidas inversamente proporcionais, quanto maior a espessura menor a translucidez (HEFFERNAN et al., 2002 parte I e II).

A presença de remanescentes dentais escurecidos, amálgama e outros materiais restauradores de cores escuras, núcleos metálicos, pinos de fibra de carbono, também podem interferir no resultado estético desejado. (VOLPATO et al., 2009; VICHI et al., 2000; CHU et al., 2007; BARATH et al., 2003). Nessas situações clínicas, seria preferível um material altamente opaco. Portanto, deve-se considerar que a translucidez da infraestrutura nem sempre é um efeito positivo (MANICONE et al., 2007). Como relatado por Conrad e colaboradores (2007), é importante reforçar que não há qualquer evidência que apoie a utilização de um único material cerâmico para todas as situações clínicas (CONRAD et al., 2007).

Outra propriedade importante na busca de uma maior naturalidade dental nos materiais restauradores é a fluorescência, que pode ser definida como a luminescência que ocorre quando há a capacidade de absorver energia de uma luz não visível e emití-la em um comprimento de onda mais longo que a radiação absorvida, o que torna esta luz visível e faz com que o material “brilhe” (DIETSCHI, 2001; VANINI, 1996; VILLARROEL et al., 2004). Dessa forma, pode-se observar nos dentes naturais uma luz branco-azulada quando são expostos à ação da luz ultravioleta (UV) (SPITZER, 1976; HAFSTROM-BJORKMAN et al., 1991). Esse fenômeno é chamado de fluorescência dentária e tem uma importante contribuição para a estética, já que é capaz de tornar os dentes mais claros ou brancos à luz do dia e é responsável pela percepção da “vitalidade dental” (MAGNE e BELSER, 2003).

As zircônias convencionais não possuem propriedades fluorescentes como as cerâmicas de porcelana (GORBAN, 1972; ECKER et al., 1985; MONSÉNÉGO et al., 1990), mas para tornar a

aparência das zircônias mais próxima à dos dentes naturais, o fabricante Zircokozahn introduziu um líquido de cor fluorescente (Color Liquid Fluorescente for Prettau, FMAA5803, Zirkonzahn) para tonalizar a zircônia branca e fornecer propriedades fluorescentes (Figura 3). Portanto, desempenham um papel maior do que a cor, já que a fluorescência fornece iluminação natural e transmissão de luz, eliminando o efeito de sombreamento das zircônias tradicionais. Assim, sugere-se que o uso do líquido fluorescente leva a obtenção de um material cerâmico que mimetiza as propriedades ópticas dos dentes naturais e não induz alterações de cor visíveis em mucosas finas (GAMBONERA e BLATZ, 2011).

Quando um material não fluorescente, é visto sob luz ultravioleta, ele apresenta uma aparência mais cinza e pode aparecer como um halo negro. Isso pode acontecer em clubes noturnos, por exemplo, onde essas luzes são geralmente utilizadas (DIESTSCHI, 2001). Para os dentistas avaliarem a fluorescência “in vivo”, a forma mais eficiente, é verificar a interação óptica do dente/material com uma fonte de luminosa

modificada, como a luz preta (MAGNE e BELSER, 2003). Existem várias maneiras para medir a fluorescência laboratorialmente, mas a mais utilizada é através da fotografia dos materiais sob luz ultravioleta (UV). Existe uma subjetividade nesse método por ele depender de vários fatores: tipo da câmera, tipo do flash, intensidade da luz e do observador local (LU et al., 2006; GAMBONERA e BLATZ, 2011).

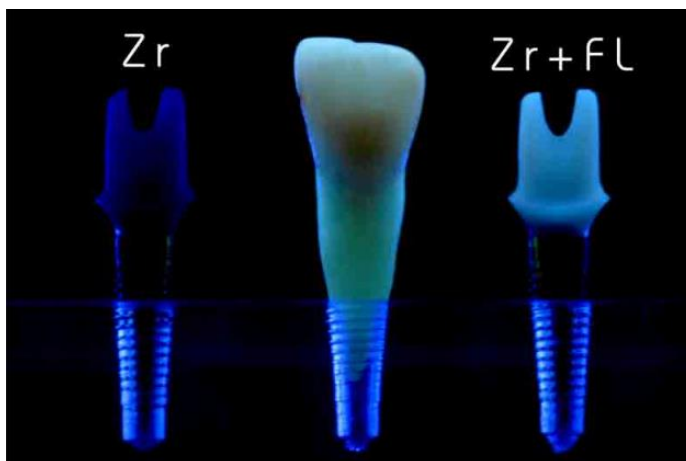


Figura 3 - Infraestrutura convencional de zircônia (Zr), dente natural e infraestrutura de zircônia fluorescente (Zr + Fl) sob a luz ultravioleta (UV).

FONTE: Adaptado de GAMBONERA e BLATZ, 2011.

4.3 Zircônia translúcida

Atualmente, com o desenvolvimento de novas tecnologias, é possível obter restaurações totalmente cerâmicas, com aplicação mínima ou nenhuma de uma camada de cerâmica estratificada. Essas próteses são chamadas de monolíticas e são confeccionais com zircônias translúcidas, o que as difere das próteses bilaminares que são confeccionadas com zircônias convencionais e, portanto, possuem duas camadas de materiais na sua composição (SHAN, 2008). As monolíticas possuem vantagens em relação às outras cerâmicas, pois apresentam apenas uma camada material com propriedades ópticas e mecânicas que se assemelham ao dente natural (SULAIMAN et al., 2015), além de alta estabilidade da cor, alta resistência ao manchamento e alta capacidade de mimetizar a estrutura dental (PEUMANS et al., 2004; BRAGA et al., 2000).

Em uma tentativa inicial de produzir uma versão mais translúcida da zircônia, os fabricantes reduziram a quantidade de alumina, onde o conteúdo que era de 0,25% passou a ser menos de 0,05%. Além disso,

técnicas de processamento foram aprimoradas para controlar o tamanho do grão e a densidade, com o objetivo de minimizar a refração da luz e aumentar a translucidez (ZHANG, 2014). Esses fabricantes acreditam que a alumina não é um óxido tão importante para a estabilização da zircônia, uma vez que não sofre tensões físicas e químicas. Além disso, acreditam que a alumina foi adicionada à zircônia por precaução. As alterações impostas à zircônia resultaram em um ligeiro aumento na translucidez em comparação com a zircônia convencional, entretanto, ainda não apresentou um resultado óptico ideal para o uso em área anterior (TONG et al., 2016).

A estratégia mais recente para aumentar a translucidez da zircônia é estabilizá-la com uma parcela significativa de fase cristalina cúbica, intercalada com a fase tetragonal. De acordo com os fabricantes, a quantidade de fase cúbica adicionada varia de 10% a 15%. Além disso, deve-se aumentar o conteúdo de ítria para mais de 8% mol, com o intuito de estabilizar a fase incorporada (ZHANG, 2014). A fase cúbica da zircônia é isotrópica em diferentes direções cristalográficas, ou seja,

ela é opticamente homogênea, com um índice de refração constante, independente da direção considerada, ou seja, o raio de luz se propaga com a mesma velocidade em todas as direções. Isso faz com que ocorra a diminuição da dispersão da luz que ocorre nos limites dos grãos. Como resultado, a zircônia mostra-se mais translúcida (ZHANG, 2014; HARADA et al., 2016; PEUCHERT et al., 2009). Porém, não devemos confundir a translucidez dessa zircônia cúbica policristalizada com a transparência completa da zircônia cúbica que é utilizada para a confecção de jóias. As zircônias utilizadas em joalherias são compostas por uma estrutura de um único cristal, ou seja, sem limites de grãos (ZHANG, 2014).

Para que essas propriedades translúcidas fossem obtidas, foram realizadas modificações na microestrutura da zircônia, que incorporam partículas menores, resultando em maior densidade. Com a incorporação da fase cúbica, ela se torna uma cerâmica híbrida tetragonal-cúbica, o que pode modificar a resistência do material (ZHANG, 2014; ZHANG et al., 2015; TONG et al., 2016). Isso porque, essa zircônia não sofre o

processo de tenacificação por transformação da zircônia tradicional, o que torna ela mais susceptível a danos mecânicos (ZHANG, 2014; LUCAS et al., 2015).

Com o objetivo de alcançar qualidades ópticas semelhantes às cerâmicas vítreas, restaurações monolíticas confeccionadas em zircônia translúcida tem sua superfície caracterizada por meio de pigmentos ou colorantes, assim como as zircônias convencionais (ZHANG, 2014). A introdução de pigmentos ao pó de zircônia, assim como o uso de soluções com elementos de terras raras têm sido empregados (CALES, 1998; KULKARNI et al., 2001; SUTTOR et al., 2004). Entretanto, pesquisadores tem avaliado que essa coloração tem vantagens questionáveis, já que as zircônias translúcidas pré-coloridas muitas vezes necessitam de estratificações corretivas com cerâmicas de cobertura para reproduzirem a cor requerida (ABOUSHELIB et al., 2010). Portanto, a utilização de infraestruturas pré-coloridas pode não ser tão vantajosa em relação ao uso de infraestruturas de zircônias convencionais (VICHÍ et al., 2010).

Recentemente, um artigo publicado por McLaren e colaboradores (2017), avaliaram uma zircônia translúcida com fase cúbica, e apesar de ela desempenhar a estética esperada e apresentar uma excelente translucidez, eles observaram que essa zircônia se comporta diferente em relação à abrasão por óxido de alumínio do que a zircônia convencional. É bem estabelecido na literatura que para aumentar a adesão da zircônia é necessário abrasioná-la com óxido de alumínio (YANG et al., 2010). Os estudos realizados nas zircônias convencionais não demonstraram efeitos negativos ou de fraqueza e até apresentaram um aumento na força, provavelmente devido ao efeito de tenacificação por transformação da fase tetragonal para a monoclínica, que é capaz de impedir o crescimento de trincas e dar resistência ao material (OZCAN et al., 2013).

Portanto, verificaram que a zircônia translúcida é muito sensível às técnicas de processamento laboratorial no geral. Os autores ainda apresentaram um caso clínico, onde eles compararam a zircônia translúcida com o dissilicato de lítio. Uma coroa foi confeccionada com

cada material e foram feitas fotos para comparação. As imagens obtidas demonstraram que o resultado estético obtido pela zircônia translúcida foi similar em aparência e no valor estético com a coroa feita em dissilicato de lítio. Isso assegura que a zircônia contendo a fase cúbica na sua composição, tem uma excelente promessa como reabilitação protética, mas para obter as propriedades mecânicas e estéticas requeridas, protocolos de processamento altamente controlados devem ser seguidos (Figura 4) (MCLAREN et al., 2017).

4.4 Variáveis envolvidas

A cor final das infraestruturas translúcidas é influenciada pela cor do cimento (CHANG et al., 2009) e é possível que essa variável afete também a zircônia. Vichi e colaboradores (2010) relataram que encontraram apenas um artigo sobre este assunto, onde foi destacada a influência da opacidade do cimento no resultado final de estruturas feitas com *Lava* (FAZI et al., 2006; VICHI et al., 2010). A cor branca da zircônia não permite alcançar uma excelente integração estética, por isso, utiliza-se o material de recobrimento. A fim de compensar esse

possível efeito negativo da cor branca da zircônia, tem sido proposto o uso de um material de revestimento e o controle da opacidade com agentes de cimentação coloridos (DEVIGUS, 2004; LEE et al., 2007).

Em 2008, Celik e colaboradores relataram que o processo de sinterização pode influenciar na cor final das restaurações de zircônia (CELIK et al., 2008). Esses autores verificaram que a cor da infraestrutura confeccionada em zircônia, com diferentes camadas de porcelanas de cobertura é influenciada por repetidos processos de sinterização. Essa afirmação também foi confirmada por Ozturk e colaboradores (2008), que descreveram alterações significativas nas cores obtidas após o aumento no número de vezes que estruturas de zircônia eram submetidas ao forno (OZTURK et al., 2008).

Em relação ao número de camadas de recobrimento, Lee e colaboradores (2007) encontraram que a marca da porcelana utilizada para recobrir infraestruturas de zircônia pode influenciar a cor final da amostra. Ho-Jung e colaboradores (2010) expuseram que o efeito da cerâmica de recobrimento sobre infraestruturas de zircônia mudaram a

cor final de acordo com a marca da cerâmica de cobertura, tonalidade e espessura da porcelana. Os autores concluíram que a aparência final das restaurações cerâmicas com infraestruturas de zircônia pode ser alterada em função da espessura da cerâmica de cobertura, mas esse tópico ainda precisa de mais estudos (LEE et al., 2007; HO-JUNG et al., 2010).

4.5 Envelhecimento da zircônia e sua relação com as alterações cromáticas

O envelhecimento da zircônia é um fato comprovado cientificamente (CHEVALIER, 1999; CHEVALIER, 2006; CHEVALIER, 2009). Mesmo com o aumento da aceitação da zircônia em função da introdução das técnicas CAD/CAM, algumas etapas de fabricação, tais como a usinagem, polimento, jateamento, tratamento térmico e recobrimento estético de microestruturas de zircônia, podem afetar a estabilidade em longo prazo e o sucesso do material, influenciando sua sensibilidade ao envelhecimento (VAGKOPOULOU et al., 2009, Part 1).

Em 1999, Chevalier sugeriu um protocolo para simular o envelhecimento em baixa temperatura com o auxílio de uma autoclave. A correlação seria do envelhecimento artificial acelerado com o envelhecimento em temperatura ambiente onde: 1 hora na autoclave corresponderia a 3 a 4 anos de envelhecimento “in vivo” da zircônia e 5 horas na autoclave, corresponderiam a 15 a 20 anos de envelhecimento (CHEVALIER, 1999, DEVILLE et al., 2005; DEVILLE et al., 2006; SHAH et al., 2008). Um estudo realizado por Rafael (2016), verificou o envelhecimento acelerado em zircônias com e sem o uso de líquidos de pigmentação e de fluorescência. Como resultado obteve diferenças de cor significantes, principalmente nos grupos tratados com líquido de pigmentação e/ou fluorescente, entretanto, o envelhecimento acelerado não influenciou significativamente no grau de fluorescência da zircônia (RAFAEL et al., 2016).

Um fator muito estudado a respeito do envelhecimento é a umidade. Entretanto, a infraestrutura de prótese da zircônia odontológica, geralmente, não tem contato direto com os tecidos moles e

a cavidade oral, pela presença da cerâmica de recobrimento e da vedação do cimento. Então, existe o questionamento se a umidade pode realmente afetar o envelhecimento da zircônia, já que a susceptibilidade a ela é limitada a apenas algumas condições clínicas como: implantes orais de zircônia, pilares de zircônia, coroas de zircônias monolíticas ou próteses fixas de zircônias que não foram totalmente recobertas por uma camada de cerâmica estética, além de áreas que são expostas a ajustes secundários com brocas ou fraturas de cerâmicas de recobrimento (CATTANI-LORENTE et al., 2011). No entanto, devemos salientar que o cimento utilizado na cimentação das coroas de zircônia pode absorver líquido dos túbulos dentinários e dessa maneira expor a superfície interna da coroa de zircônia à umidade (JEVNIKAR et al., 2000; KOSMAC et al., 2008).

A maior preocupação, em relação ao envelhecimento e a umidade, é a redução das propriedades mecânicas da zircônia após anos de contato com um meio úmido (KIM et al., 2009; BORCHERS et al., 2010). Porém, em associação às propriedades ópticas, após protocolos

de envelhecimento acelerado, Ardlin (2002) observou que o envelhecimento afetou a estrutura cristalina de zircônias coloridas, causando elevações na superfície do material (ARDLIN, 2002). Em 2016, Volpato e colaboradores avaliam a influência do envelhecimento na estabilidade da cor de uma zircônia convencional. Discos de zircônia, cobertos ou não por porcelana felsdpática foram submetidas ao envelhecimento acelerado por 1 hora e 4 horas, para simular a degradação da superfície. Os parâmetros colorimétricos dos grupos analisados foram afetados pelo envelhecimento, porém, diferenças significantes foram encontradas nos grupos não cobertos, principalmente em relação à luminosidade. Além disso, nesses discos também foi observado uma diferença gradual de cor após o acréscimo do tempo de envelhecimento, mas sem significância estatística. Acredita-se que as irregularidades presentes na superfície dos espécimes foram as principais responsáveis pelas mudanças observadas (CATTANI-LORENTE et al., 2011; ARDLIN, 2002).

5. DISCUSSÃO

Com base na revisão de literatura sobre o assunto, foi observado que apesar da excelente característica estética das zircônias, umas das principais dificuldades em reabilitações com esse material é mimetizar a estrutura dental. Para obtermos sucesso nesses casos, devemos conhecer as propriedades ópticas da zircônia para melhorar a naturalidade dental e a qualidade estética. A zircônia estabilizada com ítria possui um alto índice de refração, baixo coeficiente de absorção e elevada opacidade (BOULOUZ et al., 1998). Essa cerâmica pode funcionar como um opacificador, ou seja, ela apresenta uma cor branca, que pode servir para mascarar substratos não favoráveis do ponto de vista óptico, como dentes escurecidos ou pinos e núcleos metálicos, além de permitir o controle da translucidez por meio do recobrimento estético com uma porcelana translúcida (HEFFERNAN et al., 2002 parte I e II). Portanto, podemos concluir que, a zircônia convencional é um material que não apresenta características ópticas próximas às dos dentes, porém, sua associação com um material de recobrimento estético, permite alcançar

propriedades ópticas superiores às observdas em coroas metalocerâmicas.

Atualmente, existem técnicas para colorir as infraestruturas de zircônia por meio de agentes corantes que melhoram a estética de infraestruturas brancas (HERRGUTH, 2005), tornado a cor da infraestrutura mais próxima da cor da dentina. Esse mimetismo da zircônia colorida auxilia a obtenção de um resultado estético mais natural (BEHRENS et al., 2004). A ideia de aproximar a zircônia da cor da dentina já foi idealizada por Cales em 1998, que afirmou que uma infraestrutura de zircônia de cor semelhante à cor da dentina leva a melhores resultados estéticos. Entretanto, não existem dados relativos ao acompanhamento da cor de infraestruturas coloridas em longo prazo (HERRGUTH, 2005; REICH, 2002).

Em contrapartida à opacidade, a zircônia apresenta uma relativa translucidez (VICHÍ et al., 2010), que é a propriedade óptica reponsável pela similaridade ao dente natural (BRODBELT et al., 1980; WATTS et

al., 1994; BOSCH, 1995). A translucidez da zircônia pode ser afetada por diferentes fatores e entre eles o mais importante é o tamanho do grão. Quanto menor o grão, mais translúcida é a zircônia, porque fica mais fácil a luz passar por ela. Além disso, a zircônia apresenta diferentes graus de pureza, o que resulta em diferentes níveis de translucidez e, quanto maior o grau da pureza, mais translúcido é o material (EDELHOFF, 2002).

Uma prótese sem recobrimento de porcelana translúcida é conhecida como monolítica e atualmente tem sido confeccionada com zircônias translúcidas (SHAH et al., 2008). O desenvolvimento dessas zircônias se deu a partir de novas tecnologias e modificações micro estruturais do material. Essas alterações contam com a incorporação de partículas menores, na obtenção de uma maior densidade e na introdução da fase cúbica na sua composição, tornando-se uma cerâmica híbrida tetragonal-cúbica, conseqüentemente, um material mais translúcido (ZHANG, 2014; ZHANG et al., 2015; TONG et al., 2016).

Para que as zircônias possam ser utilizadas de forma monolítica, elas podem ser coloridas por meio de pigmentos (ZHANG, 2014). Existem duas técnicas disponíveis para a coloração dessa zircônia: uma é composta pela pigmentação por óxidos metálicos que são misturados ao pó da zircônia (CALES, 1998) e a outra, é por meio da infiltração de soluções de elementos de terras raras que conseguem reproduzir várias cores em restaurações usinadas (KULKARNI et al., 2001; SUTTOR et al., 2004). Entretanto, a utilização desses pigmentos tem vantagens discutíveis, uma vez que a pigmentação pode não atingir o resultado esperado para essas zircônias, necessitando, ainda, de um revestimento com porcelana para alcançar a cor almejada (ABOUSHELIB et al., 2010).

A estética de zircônias translúcidas assemelha-se a do dissilicato de lítio, que é um material consolidado na literatura, porém não apresenta a resistência da zircônia. Com as propriedades apresentadas pela zircônia translúcida e os resultados recentes obtidos em estudos mecânicos, pouco ainda se tem de vantagem sobre o dissilicato, que já

foi bastante estudado e apresenta protocolos bem fundamentados. Para que a zircônia possa ter um espaço no mercado, ela deverá provar que consegue manter suas características mecânicas e estéticas ao longo do tempo (MCLAREN et al., 2017).

Existe uma preocupação com o envelhecimento da zircônia, já que este é um fato comprovado em pesquisas médicas por conta de contato com a umidade (CHEVALIER, 1999; CHEVALIER, 2006; CHEVALIER, 2009) e existe o questionamento do que ocorre com a cor da zircônia com o passar do tempo e/ou com o contato com os tecidos moles e a cavidade oral. Um estudo de Volpato e colaboradores (2016), a respeito do envelhecimento da zircônia, obtiveram como resultado que a zircônia sem camada de recobrimento foi submetida ao envelhecimento mais acelerado do que as recobertas. Além do mais, ligeiras diferenças de cor foram encontradas, destacando a maior diferença no parâmetro do croma. Acredita-se que as irregularidades (micro diferenças estruturais) presentes na superfície dos espécimes de zircônia envelhecidos foram responsáveis pela sutil mudança de cor

observada (CATTANI-LORENTE et al., 2011; ARDLIN, 2002). Entretanto, verificaram que o envelhecimento acelerado, em zircônias com a incorporação de líquidos de pigmentação e/ou fluorescência, estabelece diferenças de cores, mas que este envelhecimento não influencia significativamente no grau de fluorescência da zircônia (RAFAEL et al., 2016).

Além disso, existem outros fatores que podem influenciar na cor final da zircônia, como: a cor do cimento utilizado na cimentação (CHANG et al., 2009); o número de vezes do processo de sinterização (CELIK et al., 2008; OZTURK et al., 2008); a marca do cimento, o croma, e a espessura do material de cobertura utilizado (LEE et al., 2007; HO-JUNG et al., 2010). Portanto, são inúmeras as variáveis que envolvem a obtenção da cor em uma prótese confeccionada com zircônia e cabe ao cirurgião-dentista seguir os protocolos existentes para se beneficiar das vantagens ópticas que esse material tem a oferecer.

6. CONCLUSÃO

- As zircônias translúcidas possuem resultados estéticos promissores, entretanto, possuem uma resistência inferior às zircônias convencionais.
- As zircônias translúcidas possuem a necessidade de coloração por pigmentos e utilização de líquidos fluorescentes.
- As zircônias, em geral, possuem um método de processamento específico e protocolos exigentes.

REFERÊNCIAS

ABOUSHELIB, M. N.; DOZIC, A.; LIEM J. K. Influence of framework color and layering technique on the final color of zircônia veneered restorations. **Quintessence Int** 2010; 41:e841: e.

ALANIZ, J. E.; PEREZ-GUTIERREZ, F. G.; AGUILAR, G.; GARAY, J. E. Optical properties of transparent nanocrystalline yttria stabilized zirconia, **Opt. Mater** 2009; 32(1), 62–68.

ARDLIN, B. I. Transformation-toughened zirconia for dental inlays, crowns and bridges: chemical stability and effect of low-temperature aging on flexural strength and surfasse structure. **Dent Mater** 2002; 18:590–5.

BARATH, V.S.; FABER, V.J.; WESTLAND S.; NIEDERMAIER, W. Spectrophotometric analysis of all-ceramic materials and their interaction with luting agents and diferente backgrounds. **Adv Dent Res** 2003; 17:5517:5.

BEHRENS, A.; REUSCH, B.; HAUPTMANN, H. Fracture strength of colored versus uncolored zirconia specimens. **IADR** 2004; Honolulu, 82nd general session, abstract No.0243; 10-13.

BRAGA, R. R.; BALLESTER, R.Y.; DARONCH, M. Influence of time and adhesive system on the extrusion shear strength between feldspathic porcelain and bovine dentin. **Dent Mater** 2000; 16:303-10.

BORCHERS, L.; STIESCH, M.; BACH, F. W.; et al. Influence of hydrothermal and mechanical conditions on the strenght of zirconia. **Acta Biomater** 2010; 6:4547-52.

BOSCH, J. J.; COOPS, J. C. Tooth color and reflectance as related to light scattering and enamel hardness. **J Dent Res** 1995;74:374–80.

BOULOUIZ, M.; BOULOUIZ, A.; GIANI, A.; BOYER, A. Influence of substrate temperature and target composition on the properties of yttria-stabilized zircônia thin films grown by r.f. reactive magnetron sputtering. **Thin Solid Films** 1998; 232:85-92.

BRODBELT, R. H.; O'BRIEN, W. J.; FAN, P. L. Translucency of dental porcelains. **J Dent Res** 1980; 59:70–5.

CALES, B. Colored zirconia ceramics for dental application. **Bioceramics** 1998; 11:591–594.

CATTANI-LORENTE, M.; SCHERRER, S. S.; AMMANN, P.; et al. Low temperature degradation of a Y-TZP dental ceramic. **Acta Biomater** 2011; 7:858–65.

CELIK, G.; ULUDAG, B.; USUMEZ, A.; SAHIN, V.; OZTURK, O.; GOKTUG, G. The effect of repeated firings on the color of an all-ceramic system with two diferente veneering porcelain shades. **J Prosthet Dent** 2008; 99:203–8.

CHANG, J.; DA SILVA, J.D.; SAKAI, M.; KRISTIENSEN, J.; ISHIKAWA-NAGAI, S. The optical effect of composite luting cement on all ceramic crowns. **J Dent** 2009; 37:9377:93.

CHEVALIER, J.; CALES, B.; DROUIN, J. M. Low-temperature aging of Y-TZP ceramics. **J Am Ceram Soc** 1999; 82:2150–4.

CHEVALIER, J. What future for zirconia as a biomaterial? **Biomaterials**. 2006 Feb; 27(4):535-43.

CHEVALIER, J.; GREMILLIARD, L.; VIRKAR, A. V.; CLARKE, D. R. The tetragonal-monoclinic transformation in zirconia: lessons learned and future trends. **J Am Ceram Soc** 2009.

CHO, M. S; YU, B.; LEE, Y. K. Opalescence of all-ceramic core and veneer materials. **Dent Mater** 2009; Jun; 25(6):695-702.

CHU, F. C.; CHOW, T. W.; CHAI, J. Contrast ratios and masking ability of three types of ceramic veneers. **J Prosthet Dent** 2007; 98:3598:35.

CONRAD, H. J.; SEONG, W.; PESUN, I. J. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: asystematic review. **J Prosthet Dent** 2007; 98:3898:389.

CURTIS, A. R.; WRIGHT, A. J.; FLEMING, G. J. P. The influence of surface modification techniques on the performance of a Y-TZP dental ceramic. **Journal of Dentistry** 2006; v. 34, n.3, p. 195-206.

DENRY, I.; KELLY, J. R. State of the art of zirconia for dental applications. **Dental Materials** 2008; 24: 299-307.

DEVIGUS, A.; LOMBARDI, G. Shading Vita YZ substructures: influence on value and chroma. I. **Int J Comput Dent** 2004; 7:2937:293.

DEVILLE, S.; GREMILLARD, L.; CHEVALIER, J.; FANTOZZI, G. A. A critical comparison of methods for the determination of the aging sensitivity in biomedical grade yttria-stabilized zirconia ceramics. **Biomed Mater Res B: Appl Biomater** 2005; 72:239-45.

DEVILLE, S.; CHEVALIER, J.; GREMILLARD, L. Influence of surface finish and residual stresses on the ageing sensitivity of biomedical grade zirconia. **Biomaterials** 2006; 27(10):2186-92.

DIETSCHI, D. Layering concepts in anterior composite restorations. **J. Adhesiv. Dent** 2001; v. 3, p. 71-80.

ECKER, G. A.; MOSER, J. B.; WOZNIAK, W. T.; BRINSDEN, G. I. Effect of repeated firing on fluorescence of porcelain-fused-to-metal porcelains. **J Prosthet Dent** 1985; 54:207-214

EDELHOFF, D.; SORENSEN, J. Light transmission through all-ceramica framework and cement combinations (abstract 1179). **J Dent Res** 2002.

FAZI, G.; VICHI, A.; FERRARI, M. Influence of four diferente cements on the color of zirconia structures of varying ceramic thickness. **Int Dent SA** 2006; 8:20;8.

GAMBONERA, I.; BLATZ, M. B. Fluorescence - Mimicking Nature for Ultimate Esthetics in Implant Dentistry. **Quintessence Int** 2011; 7-23.

GARVIE, R. C., HANNINK, R. H., PASCOE, R. T. Ceramic steel? **Nature**. 1975; 258: 703-4.

GORBAN, G. Optical behaviour, especially under ultraviolet rays, of certain dental porcelains [in French]. SSO **Schweizer Monatsschr Zahnheilkd** 1972; 82:645–670.

GUAZZATO, M.; PROOS, K.; QUACH, L.; et al. Strength, reliability and mode of fracture of bilayered porcelain/zirconia (Y-TZP) dental ceramics. **Biomaterials** 2004; 25: 5045-52.

HAFSTROM-BJORKMAN, U.; SUDSTRÖM, F.; BOSCH, J. J. Fluorescence in dissolved fractions of human enamel. **Acta Odontol Scand** 1991; 49:133:8.

HARADA, K.; RAIGRODSKI, A. J.; CHUNG, K. H.; et al. A comparative evaluation of the translucency of zirconias and lithium disilicate for monolithic restorations. **J Prosthet Dent**. 2016; 116(2):257-263.

HEFFERNAN, M. J.; AQUILINO, S. A.; DIAZ-ARNOLD, A. M.; HASELTON, D. R.; STANFORD, C.M.; VARGAS, M.A. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials. **J Prosthet Dent** 2002; 88:4-9.

HEFFERNAN, M. J.; AQUILINO, S. A.; DIAZ-ARNOLD, A. M.; HASELTON, D. R.; STANFORD, C.M.; VARGAS, M.A. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: core and veneer materials. **J Prosthet Dent** 2002; 88: 10-15.

HERRGUT, M.; WICHMANN, M.; REICH, S. The aesthetics of all-ceramic veneered and monolithic CAD/CAM crowns. **J Oral Rehabil** 2005; 32: 747-752.

HO-JUNG, S.; WOONG-CHUL, K.; SANG-HO, J.; YOUNG-SU, K.; SUNG-WON, J.; JIN-SOO, A. Influence of dentin porcelain thickness on layered all-ceramic restoration color. **J Dent** 2010; doi:10.106/j.dent.2010.08.007.

HUNTER, R. S. The measurement of appearance. 2nd ed. New York: **John Wiley and Sons** 1987.

ICHIKAWA, Y.; et al. Tissue compatibility and stability of a new zirconia ceramic in vivo. **J Prosthet Dent**. 1992 Aug; 68(2):322-6.

JEVNIKAR, P.; SERSA, I.; SERSA, A.; et al. Effect of surface coating on water migration into resin-modified glass ionomer cements: a magnetic resonance micro-imaging study. **Magn Reson Med** 2000; 44:686–91.

KIM, H. T.; HAN, J. S.; YANG, J. H.; et al. The effect of low temperature aging on the mechanical property & phase stability of Y-TZP ceramics. **J Adv Prosthodont** 2009; 1:113-7.

KOSMAC, T.; OBLAK, C.; MARION, L. The effects of dental grinding and sandblasting on ageing and fatigue behavior of dental zirconia (Y-TZP) ceramics. **J Eur Ceram Soc** 2008; 28:1085–90.

KULKARNI, N. K.; SAMPATH, S.; VENUGOPAL, V. Studies on stabilised zirconia as host phase for the fixation of actinides, rare-earths and sodium. **Ceram Int** 2001; 27:839–846.

LAMAS, D. G.; LASCALEA, G. E.; WALSOE DE RECA, N. E. Synthesis and characterization of nanocrystalline powders for partially stabilized zirconia ceramics. **J Euro Ceramic Soc** 1998; 18(9):1217-21.

LEE, D. Y.; KIM, D. J., SONG Y. S. Chromaticity, hydrothermal stability, and mechanical properties of t-ZrO₂/Al₂O₃ composites doped with yttrium, niobium, and ferric oxides. **Mat Sci Eng A** 2000; 289:1–7.

LEE, Y. K.; CHA, H. S.; AHN, J. S. Layered color of all-ceramic core and veneers. **J Prosthet Dent** 2007; 97:2797-27.

LU, H.; LEE, Y. K.; VILLALTA, P.; POWERS, J. M.; GARCIA-GODOY, F. Influence of the amount of UV component in daylight simulator on the color of dental composite resins. **J Prosthet Dent** 2006; 96(5):322-7.

LUCAS, T. J.; LAWSON, N. C.; JANOWKI, G. M.; BURGESS, J.O. Effect of grain size on the monoclinic transformation, hardness, roughness, and modulus of aged partially stabilized zirconia. **Dent Mater**. 2015; 31(12):1487-1492.

MAGNE, P.; BELSER, U. Estética oral natural In: Restaurações adesivas de porcelana na dentição anterior: uma abordagem biomimética. Rio de Janeiro: **Quintessence** 2003; p. 86-87.

MANICONE, P. F.; ROSSI, I. P.; RAFFAELLI, L. An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications. **J Dent** 2007; 35:8195:81

MATSUI, K.; OHMACHI, N.; OHGAI, M.; et al. Effect of alumina-doping on grain boundary segregation induced phase transformation in yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystal. **Journal of Materials Research** 2006; 21(9):2278-2289.

MCLAREN, E. A.; LAWSON, N.; CHOI, J.; KANG, J.; TRUJILLO, C. New High-Translucent Cubic-Phase-Containing Zirconia: Considerations and the Effect of Air Abrasion on Strength. **Compendium of Continuing Education in Dentistry** 2017;. Volume 38, Issue 6.

MIYAZAKI, T.; et al. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. **Dent Mater**. 2009; 28(1):44-56.

MONSÉNÉGO, G.; BURDAIRON, G.; PORTE, C.; NAUD, C. Fluorescence of dental porcelain: Material and methods [in French]. **Cah Prothese** 1990; 70:79-85.

OZCAN, M.; MELO, R.; SOUZA, R. O.; et al. Effect of air-particle abrasion protocols on the biaxial flexural strength, surface

characteristics and phase transformation of zirconia after cyclic loading. **J Mech Behav Biomed Mater** 2013; 20:19-28.

OZCAN, M.; VOLPATO, C. A. M. Adhesion to Zirconium Dioxide Used for Dental Reconstructions: Surface Conditioning Concepts, Challenges, and Future Prospects. **Current Oral Helth Reports** 2015; v. 2, n. 4, p. 190-194.

OZTURK, O.; ULUDAG, B.; USUMEZ, A.; SAHIN, V.; CELIK, G. The effect of ceramic thickness and number of firings on the color of two all-ceramic systems. **J Prosthet Dent** 2008; 100:99–106.

PARK, J. B.; BRONZINO, J. D. Biomaterials. Principles and Applications. **CRC Press** 2002.

PEUCHERT, U.; OKANO, Y.; MENKE, Y.; et al. Transparent cubic-ZrO₂ ceramics for application as optical lenses. **Journal of the European Ceramic Society** 2009; 29(2):283-291..

PEUMANS, M.; DE MUNCK, J.; FIEWS, S.; LAMBRECHTS, P.; VANHERLE, G.; VAN MEERBEEK, B. A prospective ten-year clinical trial of porcelain veneers. **J Adhes Dent** 2004; 6(1):65-76.

PIASCKI, J. R.; et al. Surface modification for enhanced silanation of zirconia ceramics. **Dental Materials** 2009; v. 25, n. 9, p. 1116-1121.

PICONI, C.; MACCAURO, G. Zirconia as a ceramic biomaterial. **Biomaterials** 1999; 20:1-25.

RAFAEL, C. F.; CESAR, P.F.; FREDEL, M.; MAGINI, R.; LIEBERMANN, A.; VOLPATO, C. A. M. Impact of laboratorial treatment with coloring and fluorescence liquids on the optical properties of zirconia before and after accelerated aging. **Journal of Prosthetic Dentistry** 2016.

REICH, S.; HORNBERGER, H. The effect of multicolored machinable ceramics on the esthetics of all-ceramic crowns. **J Prosthet Dent** 2002; 88: 44-49.

- SADOWSKY, S. J. An overview of treatment considerations for esthetic restorations: a review of the literature. **J Prosthet Dent**. 2006; 96(6):433-42.
- SHAH, K.; HOLLOWAY, J.A.; DENRY, I.L. Effect of Coloring With Various Metal Oxides on the Microstructure, Color, and Flexural Strength of 3Y-TZP. **Wiley InterScience**. 2008. DOI: 10.1002/jbm.b.31107
- SPITZER, D.; BOSCH, J.J. The total luminescence of bovine and human dental enamel. **Calcif Tissue Res** 1976; 20:201:8
- STEVENS, R. Introduction to Zirconia – Zirconia and Zirconia Ceramics. In: **Magnesium Elektron Publication** 1986; 113: 1-51.
- SULAIMAN, T.A.; DELGADO, A.J.; DONOVAN, T.E. Survival rate of lithium disilicate restorations at 4 years: A retrospective study. **J Prosthet Dent** 2015; 114(3):364-366.
- SUTTOR, D.; HAUPTMANN, H.; SCHNAGL, R.; FRANK, S., inventors. 3M Espe AG, assignee. Coloring ceramics by way of ionic or complexcontaining solutions. **U.S. Pat** 2004; 6,709,694.
- TONG, H.; et al. Characterization of three commercial Y-TZP ceramics produced for their High-Translucency, High-Strenght and High-Surface Area. **Ceramics International** 2016; v. 42, n. 1, p. 1077-1085.
- VAGKOPOULOU, T.; et al. Zirconia in Dentistry: Part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic. **Eur J Esthet Dent** 2009; February, Summer; 4(2):130-151.
- VAGKOPOULOU, T.; et al. Zirconia in Dentistry: Part 2. Evidence-based Clinical Breakthrough. **Eur J Esthet Dent** 2009; December, Winter; 4(4):348-380.
- VANINI, L. Light and color in anterior composite restorations. **Pract. Perio Aesthetc. Dent** 1996; v. 8, n. 7, p. 673-682.
- VICHI, A.; et al. Color related to ceramic and zirconia restorations: A review. **Elsevier** 2010; Siena, p. 97-108.

VICHI, A.; FERRARI, M.; DAVIDSON, C. L. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. **J Prosthet Dent** 2000; 83:4123:4.

VILLARROEL, M.; et al. Fluorescência: uma contribuição na vitalidade natural do dente humano. JBD: **J Bras Dent Estet** 2004.

VOLPATO, C. A. M.; MONTEIRO, Jr. S.; DE ANDRADA, M. C.; PETTER, C. O. Optical influence of the type of illuminants, substrates and thickness of ceramic materials. **Dent Mater** 2009; 25:8725:8.

VOLPATO, C. A. M.; GARBELOTTO, L. G. D'A.; ZANI, I. M.; VASCONCELLOS, D. K. **Próteses odontológicas**: uma visão contemporânea – fundamentos e procedimentos. – São Paulo: Santos, 2012.

VOLPATO, C. A. M.; CESAR, P. F.; BOTTINO, M. A. Influence of Accelerated Aging on the Color Stability of Dental Zirconia. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry** 2016; v. 28, n. 5, p. 304-312.

WATAHA, J. C. Alloys for prosthodontic restorations. **J Prosthet Dent** 2002 Apr; 87(4):351-63.

WATTS, D. C.; CASH, A. J. Analysis of optical transmission by 400–500nm visible light into aesthetic dental biomaterials. **J Dent** 1994; 22:112–7.

YANG, B.; BARLOI, A.; KERN, M. Influence of air-abrasion on zirconia ceramic bonding using an adhesive composite resin. **Dent Mater** 2010; 26(1):44-50.

YANG, S. F.; et al. New nano-sized Al₂O₃ – BN coating 3Y-TPZ ceramics composites for CAD/CAM – produced all-ceramic dental restorations. Part I. Fabrications of powders. **Nanomedicine J** 2009; 5(2):232-39.

ZHANG, F.; et al. Highly-translucent, Strong and aging-resistant 3Y-TZP ceramics for dental restoration by grain boundary segregation. **Acta Biomaterialia** 2015; v. 16, p. 215-222.

ZHANG, H.; LI, Z.; KIM, B.N.; MORITA, K.; et al. Effect of alumina dopant on transparency of tetragonal zirconia. **Journal of Nanomaterials** 2012; 2012(2012):1-5.

ZHANG, Y; et al. Edge chipping and flexural resistance of monolithic ceramics. **Dental Materials** 2013; v. 29, n. 12, p. 1201-1208.

ZHANG, Y. Making yttria-stabilized tetragonal zirconia translucent. **Dental Materials** 2014; v. 30, n. 10, p. 1195-1203.

ANEXOS:



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE ODONTOLOGIA
DISCIPLINA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ODONTOLOGIA

ATA DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 17 dias do mês de outubro de 2017, às 14:30 horas,
em sessão pública no (a) Sala 910 - CCS desta Universidade, na presença da
Banca Examinadora presidida pelo Professor

Doutor Diego Klee de Vasconcellos

e pelos examinadores:

1 - Prof. Dr. Luis Leonildo Boff

2 - Doutorando Edwin Ruales Carrera

o aluno Maria Clara da Silveira Lisboa

apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação intitulado:

Propriedades Ópticas de Zircônias Odontológicas

como requisito curricular indispensável à aprovação na Disciplina de Defesa do TCC e a integralização do Curso de Graduação em Odontologia. A Banca Examinadora, após reunião em sessão reservada, deliberou e decidiu pela APROVAÇÃO do referido Trabalho de Conclusão do Curso, divulgando o resultado formalmente ao aluno e aos demais presentes, e eu, na qualidade de presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais componentes da Banca Examinadora e pelo aluno orientando.

Presidente da Banca Examinadora: Professor Doutor Diego Klee de Vasconcellos

Examinador 1: Professor Doutor Luis Leonildo Boff

Examinador 2: Doutorando Edwin Ruales Carrera

Aluna: Maria Clara da Silveira Lisboa